

157

09/890466

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 10 MAY 2001

WIPO PCT

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>PUMPANTRIEB</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/DE00/00252</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>28/01/2000</b>	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>02/02/1999</b>
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK <b>H04R21/00</b>		
Anmelder <b>O. BSCHORR</b>		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
 

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 13 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I    ☒ Grundlage des Berichts
- II   ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V    ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  <b>02/09/2000</b>	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  <b>08.05.2001</b>
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  <div style="display: flex; align-items: center;"> <div>             Europäisches Patentamt              D-80298 München              Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d              Fax: +49 89 2399 - 4465           </div> </div>	Bevollmächtigter Bediensteter  <b>Katruff, M</b>  Tel. Nr. +49 89 2399 2440



**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

1-7                            eingegangen am                            28/03/2001    mit Schreiben vom    26/03/2001

**Patentansprüche, Nr.:**

1-47                            eingegangen am                            28/03/2001    mit Schreiben vom    26/03/2001

**Zeichnungen, Blätter:**

1/2,2/2                            eingegangen am                            28/03/2001    mit Schreiben vom    26/03/2001

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/00252

- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-47
	Nein: Ansprüche	keine
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-47
	Nein: Ansprüche	keine
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-47
	Nein: Ansprüche	keine

### 2. Unterlagen und Erklärungen siehe Beiblatt

## VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:

siehe Beiblatt

**Zu Punkt I**

**Grundlage des Berichts**

**Anspruch 1** basiert auf den ursprünglichen Ansprüchen 1 und 3, 8 und der Beschreibung Seite 2, Absatz 5.

Die hinzugefügten **abhängigen Ansprüche 10-47** basieren auf den ursprünglichen Ansprüchen 2-9 und teilweise zusätzlich auf der Beschreibung. Die Änderungen der ursprünglichen Ansprüche 2-9 sowie alle neu hinzugefügten abhängigen Ansprüche entsprechen den Anforderungen des Artikels 34(2) PCT.

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:  
D1: NL-A-9 201 278 (JACOBUS LAMBERTUS VAN MERKSTEI) 1. Okt. 1993  
D2: DE 195 39 020 A (SIEMENS AG) 24. April 1997
2. a) Der Gegenstand der **Ansprüche 1-47** der vorliegenden Anmeldung ist neu und beruht aus den folgenden Gründen auf einer erfinderischen Tätigkeit (Artikel 33(2) und (3) PCT):

Der Gegenstand des **Anspruchs 1** unterscheidet sich wesentlich von dem durch D1 angegebenen Stand der Technik durch das Merkmal, daß der Schallgenerator die folgenden Merkmale besitzt

- (a) der Pumpantrieb bestehend aus einer Pumpe und einer Modulationseinrichtung
- (b) der Pumpantrieb befindet sich zwischen einem Puffervolumen, das von einem druckfesten Gehäuse umgeben ist und einer Schallöffnung und fördert einen modulierten Fluidvolumenstrom durch die Schallöffnung dessen Gleichstromanteil Null ist
- (c) der modulierte Fluidvolumenstrom bewirkt in dem Puffervolumen Druckänderungen und an der Schallöffnung akustische Monopolabstrahlung
- (d) der Pumpantrieb besitzt eine Pumpfrequenz die deutlich größer als die Nutzschallfrequenz ist

Der Gegenstand des **Anspruchs 1** ist somit neu (Artikel 33 (2) PCT).

b) Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden, einen verbesserten Schallgenerator mit geringen Abmessungen und hohem Wirkungsgrad anzugeben.

c) Die in **Anspruch 1** der vorliegenden Anmeldung für diese Aufgabe vorgeschlagene Lösung beruht aus den folgenden Gründen auf einer erfinderischen Tätigkeit (Artikel 33(3) PCT):

Dokument D1 behandelt ein sound suppression system. Dabei wird ein Membranlautsprecher computergesteuert auf einer Führungsstange in einer Resonanzröhre bewegt, um die jeweils erforderliche Resonanz zur Herstellung eines starken Antischallsignals zu erzeugen. Weiter wird mittels eines Gebläses zusätzlich Luft in den Resonanzraum eingeführt. D1 liefert deshalb keinen Hinweis, der auf die Merkmale der Anmeldung führt.

Dokument D2 offenbart eine akustische Pumpe, die durch einen akustischen Wandler, der ein Fluidvolumen in einem Resonanzraum zu stehenden Wellen anregt und über eine Einlaß- und eine Auslaßöffnung verfügt, gebildet wird. Es findet keine äußere akustisch Abstrahlung statt. D2 liefert ebenfalls keinen Hinweis der zur angegebenen Lösung der Erfindung führt.

d) Die **Ansprüche 2-47** sind vom Anspruch 1 abhängig und erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.

### **Zu Punkt VIII**

#### **Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

##### **1. Artikel 6 PCT**

Der folgende Ausdruck aus **Anspruch 26**: "...nach Anspruche 1-25", wurde wie folgt gelesen: "...nach einem der Ansprüche 1-25".

**2. Weitere Bemerkungen**

Absatz 3 auf Seite 2 der Beschreibung wiederholt sich auf derselben Seite in Absatz 5.

## Schallgenerator mit Pumpantrieb

Gegenstand der Erfindung ist ein Schallgenerator für die Interferenzauslöschung mittels Antischall, für Sprach- und Musikkwiedergabe und für akustische Warn- und Hinweissignale.

Die klassische Lösung für das genannte Einsatzgebiet ist der elektrodynamische Lautsprecher mit seinen zahlreichen Spezialisierungen. Problem bei dieser Technik, gerade im unteren Frequenzbereich ist das große notwendige Bauvolumen, bedingt durch die Federsteifigkeit der atmosphärischen Luft. Mit den Baßreflex-Boxen gelingt zwar ein resonanter Federungseinbruch und damit eine Einsparung an Boxenvolumen, erkaufte allerdings mit einer Verschlechterung des Frequenz- und Phasenganges. Besonders bei mobilem Einsatz von elektrodynamischen Lautsprechern nachteilig ist deren schlechter Wirkungsgrad mit den dadurch bedingten kurzen Ladezyklen. Eine andere Lösungstechnik benützt pneumatische Energie als Antrieb. Schiffssirenen z. B. mit rotierenden Unterbrecherscheiben eignen sich ideal zur Wiedergabe lauter und weitreichender Tongemische, aber nur für repetierende Signale. Im weiteren gibt es die – in der englischen Bezeichnung – Air-modulated-devices. Bei diesen wird ein Preßluftstrom durch ein elektrodynamisch angetriebenes Ventil moduliert. Um eine gute Wiedergabe mit geringem Klirrfaktor zu gewährleisten, muß das Modulationsverhältnis möglichst klein sein, d.h. daß dann der akustisch unwirksame konstante Luftflußanteil gegenüber dem Wechselanteil möglichst hoch ist. Dies verschlechtert im gleichen Verhältnis den akustischen Wirkungsgrad. Ein weiterer Verlust praktisch um den Faktor 2 resultiert daraus, daß die Ventilmodulation nicht nur Nutzsoll in den Außenraum, sondern auch Schalleistung nach rückwärts, in die Luftzuleitungen emittiert. Dadurch wird auch die Konstanz des Arbeitsluftdruckes beeinträchtigt und so der Klirrfaktor verschlechtert.

In NL 9201278 wird ein Schallgenerator beschrieben, bei dem ein konventioneller Lautsprecher eine Resonanzröhre zu Schwingungen anregt und aus einer Öffnung am Ende der Resonanzröhre Schall austritt. Zusätzlich wird in die Resonanzröhre ein Luftstrom eingeführt, der auch aus der erwähnten Öffnung austritt und dazu dienen soll, den austretenden Schall zu verstärken oder zu richten. Die Anordnung besitzt die gleichen Nachteile wie die konventionellen Lautsprecher, d.h. einen schlechten Wirkungsgrad, Membranresonanzen, einen eingeschränkten Frequenzgang und eine schlechte Impulshaftigkeit. Durch die Verwendung der Resonanzröhre kann der Schallgenerator nur bei einer Frequenz effektiv abstrahlen, bei der die Länge der Resonanzröhre der halben Wellenlänge entspricht. Die Verstellung der Frequenz erfolgt über eine aufwendige mechanische Verstelleinheit, weshalb der Schallgenerator auch nicht breitbandig und impulsgetreu abstrahlen kann.

In DE 195 39 020 A wird eine Pumpe beschrieben, die aus einer Resonanzkammer, einem Schwingungserreger und mindestens einer Ein- und einer Austrittsöffnung besteht. Das Fluid in der Resonanzkammer wird durch den Schwingungserreger zu Schwingungen angeregt. Durch die Lage der Ein- und Austrittsöffnung und deren richtungsabhängigen Strömungswiderstand wird die Pumpwirkung hervorgerufen. Die Anordnung kann nicht zur breitbandigen Schallabstrahlung genutzt werden, da nur ein Pumpengeräusch bei der Frequenz entsteht, bei der die Länge der Resonanzkammer der halben Wellenlänge entspricht. Je nach Länge der Resonanzkammer, d.h. bei Längen im Zentimeterbereich, liegt das Pumpeneigengeräusch zudem im unhörbaren Ultraschallbereich. Eine lineare Schallabstrahlung, z.B. ein Sinuston, ist durch die richtungsabhängigen Strömungswiderstände der Ein- und Austrittsöffnungen nicht möglich. Aufgrund der Verwendung einer Resonanzkammer und der damit verbundenen Einschwingzeit kann auch kein impulshaftes Schallsignal abgestrahlt werden.

Aufgabe der Erfindung ist ein Schallgenerator zur Wiedergabe von Antischall, Sprache, Musik und akustischen Signalen, der bei kleinem Bauvolumen auch für den unteren Frequenzbereich einen guten, klirrfreien Amplituden- und Phasengang und einen hohen Wirkungsgrad aufweist.

Nach dem Hauptmerkmal der Erfindung werden für den Antrieb eines Schallgenerators die aus der Fein-, Mikro- oder Nanomechanik bekannten Pumpen für Luft, Gas oder Fluide benützt. Dank ihrer geringen Abmessung haben diese sehr kurze Reaktionszeiten und sind so in der Lage, die zur Erzeugung eines Schallsignals notwendigen Förderstrom  $q(t)$  bzw. Förderbeschleunigung  $dq/dt = q^\circ(t)$  aufzubringen ( $q$  und  $q^\circ$  haben die Dimension  $m^3/s$  und  $m^3/s^2$ ,  $t$ =Zeit). Während der konventionelle Lautsprecher mit großen Membranflächen und kleinen Schwingungsausschlägen arbeitet, kann mit Pumpen dieselbe Förderbeschleunigung  $q^\circ(t)$  und folglich dieselbe akustischen Emission, aber mit einer sehr viel kleineren schallabstrahlenden Öffnungsfläche erreicht werden. Dadurch sind die Abmessungen der schallabstrahlenden Öffnung kleiner als die Schallwellenlängen, sodaß hier ein akustischer Monopolstrahler mit Kugelcharakteristik – ohne die bei Lautsprechern störende spektrale Richtcharakteristik und Phasenverzerrung – realisiert werden kann. Unter Freifeldbedingungen bewirkt die Förderbeschleunigung  $q^\circ(t)$  an einem Immissionspunkt in der Entfernung  $r$  den Schalldruck  $p(r,t-r/c) = \rho q^\circ(t)/4\pi r$ . Wird der Schallgenerator in einem eindimensionalen Kanal der Querschnittsfläche  $A$  betrieben, so ist der Schalldruck bekanntlich  $p(r,t-r/c) = \rho c q(t)/A$ . Für eine zweidimensionale oder allgemein geformte Geometrie gelten vergleichbare Beziehungen ( $c$ =Schallgeschwindigkeit,  $\rho$ =Dichte im Ausbreitungsmedium, z. B. Luft.  $r/c$ =Schalllaufzeit). – Einen zusammenfassenden Überblick über mikro- und nanomechanische Pumpen enthält z. B. das Buch "Grundlagen der Mikrosystemtechnik" von G. Gerlach und W. Dötzel, C. Hauser Verlag, 1997. Dort ist auch der Entwicklungsstand der anderen mikro- und nanomechanischen Komponenten zusammengestellt, insb. Ventile, Motore, Oszillatoren, Durchfluß- Druck- und Temperatursensoren.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung werden Pumpen mit einem hohen Förderdruck zum Betrieb von Schallgeneratoren eingesetzt. Durch Hintereinanderschaltung mehrerer Pumpen läßt sich das Druckverhältnis weiter steigern. Je höher das Druckverhältnis, desto kleiner ist das für den Betrieb des Monopolstrahlers notwendige Puffervolumen. Verglichen mit den beim Membranlautsprecher notwendigen Boxen, kann so durch die Drucksteigerung das Betriebsvolumen beträchtlich verkleinert werden. Dadurch sind auch Puffervolumen und die Luftleitungen klein gegen die emittierte Schallwellenlänge und besitzen so lediglich eine akustische Reaktanz, aber keine Resistanz, sodaß keine Schalleistung nach hinten abgestrahlt und dadurch Wirkungsgrad und Wiedergabe nicht beeinträchtigt werden.

Nach einem weiteren Erfindungsmerkmal werden umsteuerbare Pumpen mit Druck- und Saugbetrieb verwendet. Dadurch entfällt der bei den Air-modulated-devices notwendige Blindluftstrom mit seiner Verlustleistung. Außerdem hilft die Umsteuerung die im Puffervolumen gespeicherte Über- bzw. Unterdruckenergie zurückzugewinnen, was wieder den Wirkungsgrad und damit die Betriebszeit von mobilen Geräten erhöht.

Nach einem weiteren Erfindungsmerkmal wird der schallerzeugende Förderstrom der Pumpen direkt mittels Durchflußmesser oder indirekt durch Druck- und Temperatursensoren im Puffervolumen gemessen und über einen Soll/Ist-Vergleich nachgeregelt. Die hierfür notwendigen Sensoren sind ebenfalls aus der Mikrosystemtechnik bekannt.

Nach einem weiteren Erfindungsmerkmal werden umsteuerbare Pumpen mit Druck- und Saugbetrieb verwendet. Dadurch entfällt der bei den Air-modulated-devices notwendige Blindluftstrom mit seiner Verlustleistung. Außerdem hilft die Umsteuerung die im Puffervolumen gespeicherte Über- bzw. Unterdruckenergie zurückzugewinnen, was wieder den Wirkungsgrad und damit die Betriebszeit von mobilen Geräten erhöht.

Nach einem weiteren Erfindungsmerkmal wird der schallerzeugende Förderstrom der Pumpen direkt mittels Durchflußmesser oder indirekt durch Druck- und Temperatursensoren im



Puffervolumen gemessen und über einen Soll/Ist-Vergleich nachgeregelt. Die hierfür notwendigen Sensoren sind ebenfalls aus der Mikrosystemtechnik bekannt.

Nach einem weiteren Erfindungsmerkmal werden mit gleicher Frequenz oszillierende Pumpen und Ventile benutzt, deren Oszillationsfrequenz groß gegenüber der abstrahlenden Nutzschallfrequenz ist. Je größer dieses Frequenzverhältnis, desto genauer kann das Schallsignal nachgebildet werden. Die Steuerung des Förderstromes nach Größe und Vorzeichen erfolgt durch Phasen- und/oder Amplitudenverstellung der Pumpen und Ventile untereinander. Als solche sind Blattfedern mit Piezoantrieb oder durch phasensteuerbare Motore angetriebene Kolbenpumpen und Rotations- und Hubkolbenventile einsetzbar.

Um das bei getaktetem Pumpbetrieb verursachte periodische Eigengeräusch direkt an der Quelle zu minimieren, werden im Takt um  $180^\circ$  versetzte Doppelpumpen eingesetzt; dadurch läßt sich eine Auslöschung der ungeraden Lärmharmonischen erreichen. Über diese Dipolauslöschung hinausgehend sind zwei Doppelpumpen in Quadrupol-Anordnung. Bereits mit drei in der Taktphase um  $120^\circ$  versetzten Einzelpumpen erreicht man Quadrupol-Auslöschung und eine ideale Glättung des nutzschallerzeugenden Luftstromes. Das periodische Eigengeräusch kann auch über Antischall-Auslöschung eliminiert werden. Weitere sekundäre Mittel sind Absorptionsstoffe,  $\lambda/4$ - und Helmholtz-Resonatoren sowie akustische Filter und Netzwerke, die das hochfrequente Eigengeräusch ausschalten ohne den Nutzschaal zu stören.

Für den mittleren und noch mehr für den oberen Frequenzbereich verringert sich das Volumenproblem. Auch dank der kleinen Volumenumsätze reichen hierfür Luftpumpen aus der Nanotechnik aus. Alternativ sind auch konventionelle Hochtöner mit Frequenzweichen möglich.

Weitere erfindungsgemäße Merkmale betreffen die Zusatznutzung. So kann der gepumpte Luftstrom auch zur Elektronik-Kühlung und zur Luftfilterung und zur Entfeuchtung herangezogen werden. Als Puffervolumen kann in vielen Anwendungsfällen ein bereits vorhandenes Konstruktionsvolumen genutzt werden: Bei einer Uhr mit Sprachwiedergabe z.B. der Zeigerraum zwischen Ziffernblatt und Uhrglas; in anderen Fällen der – beliebig geformte – Raum über der Steuerelektronik.

Der Erfindungsgegenstand ist anhand mehrerer Ausführungsbeispiele dargestellt. Es zeigen:

- Fig. 1-6 Schallgeneratoren mit Puffervoluminas und Angetrieben durch Pumpen, deren Volumenfluß steuerbar ist.
- Fig. 7-8 Schallgeneratoren mit Puffervoluminas und angetrieben durch konstant fördernden Pumpen und Steuerung des Volumenflusses durch Ventile.
- Fig. 9-12 Schallgeneratoren mit Puffervoluminas und oszillierender Pumpenförderung und mit oszillierenden Ventilen.
- Fig. 13 Schallgenerator mit Speicherung von kinetischer Energie im Puffervolumen.
- Fig. 14 Schallgenerator in Zweipol-Ausführung (Stereobetrieb)
- Fig. 15-17 Reduktion des Eigengeräusches der Pumpen und der Ventile.
- Fig. 18 Ausbildung der Schallöffnung.

Bei der Beschreibung wird folgende Bezeichnung verwendet (X=Nummer der Figur): X0 = Schallgenerator; X1=Schallöffnung, Schallkanal; X2,X3,X4=Pumpenaggregat, Pumpenantrieb, Pumpenkomponenten; X5=Puffervolumen; X6,X7= Modulationseinheit, Ventil, Ventilkomponente; X8=Sensoren für Durchfluß-, Druck- und/oder Temperatur-Messung; X9=akustisches Netzwerk, Schutzmembrane, sonstige Bauteile.

Fig. 1 stellt die Grundaussführung eines Schallgenerators 10 dar, bestehend aus einer Luftpumpe 12 und einem Puffervolumen 15. Der Luftdurchsatz – die Förderbeschleunigung  $q^0(t)$  – der Luftpumpe 12 wird durch eine integrierte Pumpensteuerung 16 entsprechend dem geforderten Schallsignal  $p(t)$  gesteuert und wirkt beim Austritt durch den Schallkanal 11 als akustische Monopolquelle. Diese Vorstellung ist gültig, solange die abgestrahlte Schallwellenlänge groß gegen den Durchmesser des Schallkanals 11 ist. Mit mehreren derartigen "punktförmigen" Monopolstrahler lassen sich in bekannter Weise auch Linien-, Flächen- und Volumenstrahler synthetisieren. – Aus der Mikro- und Nanotechnik sind derartige Pumpensysteme mit ausreichend hoher Arbeitsfrequenz bekannt, die auch umsteuerbar sind und sich sowohl für Druck- als auch für Saugbetrieb eignen. Die andere Pumpenöffnung 11' mündet in das Puffervolumen 15. Dieses hat akustisch dieselbe Funktion wie die Boxen bei den konventionellen Lautsprechern. Zusätzlich befindet sich im Schallkanal 11 ein Durchflusssensor 18 über den der Förderstrom bzw. die Förderbeschleunigung bestimmt und an einen Sollwert angepaßt werden kann. Für eine indirekte Flußmessung können auch im Puffervolumen 15 positionierte Drucksensoren verwendet werden. Auch hierfür hat die Mikrosystemtechnik erprobte Meßsysteme parat. Um Luftdruckschwankungen und Driftfehler der Luftpumpe 12 und des Durchflusssensors 18 auszugleichen befindet sich am Puffervolumen 15 eine Bohrung 19 mit hohem Strömungswiderstand.

Beim Schallgenerator 20 in Fig. 2 ist die Pumpe 22 mit der Pumpensteuerung 26 und das Pumpmedium 24 durch Membrane 21 und 23 abgeschlossen. Das Pumpmedium 24 kann aus Luft, Gas oder Flüssigkeit bestehen. Gegenüber dem offenen Kreis nach Fig. 1 ist so ein voller hermetischer Abschluß gegeben, wie dies z. B. bei einem in eine Uhr integrierten Lautsprecher verlangt ist. Die Volumenverdrängung der Membran 21 wirkt hier als Schallsender und wird durch die volumensteuerbare Pumpe 22 angetrieben. Als Ausgleich dient hier wieder ein Puffervolumen 25; dieses ist hier kugelförmig ausgebildet, um auch mit geringer Wandstärke eine ausreichende Volumensteifigkeit zu gewährleisten.

Die Volumensteuerung mit positiven und negativen Flüssen, d. h. mit Druck- und Saugbetrieb engt die Zahl der möglichen Pumpsysteme ein, deswegen beschreibt Fig. 3 einen Schallgenerator 30 mit zwei identischen Pumpen 32 und 32', die gegeneinander verdreht, entgegengesetzte Förderrichtungen haben. Die (Druck-) Pumpe 32 fördert aus einem Puffervolumen 35 über die Öffnung 31 Luft in den Außenraum und umgekehrt erfolgt die Ansaugung über die Öffnung 31' in das Puffervolumen 35 durch die (Saug-) Pumpe 32'. Der für die Schallabstrahlung maßgebende Nettostrom der Öffnungen 31 und 31' kann indirekt über einen Drucksensor 38, der den Druck im Puffervolumen 35 mißt, reguliert werden. Zur Steigerung des Druckverhältnisses sind zwei – oder mehrere – (Druck-) Pumpen 32 und (Saug-) Pumpen 32' hintereinander geschaltet. Eine Druckverdoppelung halbiert das Puffervolumen.

Der Schallgenerator 40 nach Fig. 4 besteht aus einer großen Anzahl von Druckpumpen 42 und einer ebensolchen Zahl von Saugpumpen 42'. Diese sind zwischen den zugeordneten Schallöffnungen 41 und einem Puffervolumen 45 geschaltet. Die Druck- und Saugpumpen 42 und 42' sind auf konstant arbeitende Betriebszustände – eingestellt. Der schallerzeugende, resultierende Förderstrom wird hier nur durch die Zahl der ein- und ausgeschalteten Druck- und Saugpumpen 42 und 42' gesteuert. Da der Zeit- und Fertigungsaufwand von mikro- und nanomechanischen Komponenten praktisch unabhängig von der Stückzahl ist, kann es vorteilhaft sein anstelle von nur einer Pumpe eine Vielzahl kleinerer Pumpen einzusetzen. Mit kleiner werdender Baugröße verringert sich die Reaktions- und Anlaufzeit der Saug- und Druckpumpen 42 und 42'. Um einen größeren Dynamikbereich abzudecken, ist es zweckmäßig zwei- oder mehrere Pumpengrößen einzusetzen. Eine solche Stufung wird auch den unterschiedlichen Förderströmen für tief- und hochfrequente Schallabstrahlung besser gerecht.

Der Schallgenerator 50 nach Fig. 5 mit Puffervolumen 55 und Drucksensor 58 wird mit einem Flagella-Pumpenprinzip betrieben. Dieses Prinzip wird in der Natur bei der Fortbewegung der Geißeltierchen – der Flagellaten – angewendet. Dazu sind in dem Kanal der Schallöffnung 51 mehrere Wellenleiter 52 für mechanische Transversalwellen angebracht. An

den Enden der Wellenleiter 52 befinden sich Schwingerreger 54 und 54'. Der Schwingerreger 54 erzeugt im Wellenleiter 52 eine Biege- oder Saitenwelle mit einer Frequenz, die sehr viel höher ist als die abstrahlende Schallfrequenz und die sich zur Schallöffnung 51 hin ausbreitet. Die Wechselwirkung der Welle mit dem umgebenden Medium, z. B. Luft oder Fluid übt auf dieses eine Kraft und damit eine Strömung zur Schallöffnung 51 hin aus. Über die Leistung des Schwingerregers läßt sich so der schallerzeugende Förderstrom steuern. In gleicher Weise wird der entgegengesetzt gerichtete Förderstrom durch die Schwingerreger 54' gesteuert. Aus der Theorie des Flagella-Antriebes ist bekannt, daß die erzielbare Wechselwirkungskraft und damit auch die hier interessierende geförderte Luft- bzw. Flüssigkeitsmenge umso höher ist, je kleiner die Geschwindigkeit der Biegewelle und je geringer die Eigenverluste der Wellenleiter 52 sind. Dünnwandige Streifen und Drähte aus Metall und faserverstärkten Kunststoffen erfüllen diese Forderungen. – Im allgemeinen Fall ist die Welle beim Durchlaufen des Wellenleiter 52 noch nicht voll abgeklungen. Wie aus der Antischwingungstechnik (AVC = active vibration control) bekannt, können sich hier die Schwingerreger 54 und 54' gegenseitig als aktive Schwingungsabsorber dienen.

In Fig. 6 besteht der Schallgenerator 60 aus einem Puffervolumen 65 einer Druckpumpe 62 mit der Ausblasöffnung 61 und einer Saugpumpe 62' mit der Einsaugöffnung 61'. Beide Pumpen 62 und 62' z. B. vom Typ eines Roots-Gebläses, werden von einem Motor 63 über ein Differentialgetriebe 64 angetrieben. Mit auf der Pumpenwelle sitzen die Steuer(Brems)-Motore 66 und 66'. Wird durch diese ein unterschiedliches Drehmoment aufgebracht, so kann – wie beim PKW-Differential bekannt – die Drehzahl der Pumpen 62 und 62' und damit das Fördervolumen gezielt eingestellt werden.

Bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 7 und 8 handelt es sich um Schallgeneratoren 70 und 80 die durch konstant fördernde Pumpen angetrieben werden und bei denen die Steuerung des schallerzeugenden Luftstroms durch Ventile erfolgt. In Fig. 7 saugt eine Pumpe 72 Luft aus einem Unterdruckvolumen 75' in ein Überdruckvolumen 75. Das Steuerventil 76 gibt über eine Öffnung 71 Luft an den zu beschallenden Außenraum ab. Analog wird Luft über das Ventil 76' über die Öffnung 71' abgesaugt. Die Fördermenge der Pumpe 72 richtet sich nach der abstrahlenden Schalleistung und wird dieser angepaßt. Um eine Reserve bei plötzlicher Lautstärkesteigerung zu haben, ist ein gewisser Vorhalt zweckmäßig. – Bei Fig. 8 dagegen besteht nur ein Puffervolumen 85 mit mit einer konstant fördernden Pumpe 82 und den Drehventilen 86 und 86'. Durch den Stellungswinkel des Ventils 86 läßt sich das Verhältnis des nach außen und in das Puffervolumen 85 geförderten Luftstroms einstellen, analog das des Saugstroms über das Drehventils 86'. Der netto nach außen umgesetzte Luftstrom bildet wieder die Schallsignatur nach. Um aus dem primären Dipolstrahler einen sehr viel effektiveren akustischen Monopolstrahler zu machen, wird der Wechsel der Luftströme wieder durch das Puffervolumen 85 ausgeglichen. Den Schallöffnungen 81 und 81' ist ein Kammervolumen 89 vorgeschaltet, das mit der Schallöffnung 81'' ein Tiefpaßfilter bildet und die hochfrequenten Eigengeräusche des Schallgenerators 80 unterdrückt.

Die Ausführungsbeispiele der Fig. 9 bis 12 haben getaktete Pumpen und Ventile mit einer Taktfrequenz, die höher als die abstrahlende Schallfrequenz ist. In Fig. 9 schwingen der Pumpkolben 92 und die Schwingventile 96 und 97 mit derselben Frequenz. Die gestrichelt eingezeichneten Positionen stellen den Pumpkolben 92 und die Schwingventile 96 und 97 in der entgegengesetzten Amplitudenlage dar. Um die reaktiven Antriebskräfte – die störenden Blindkräfte – zu vermeiden, sind alle drei Elemente 92, 96 und 97 auf dieselbe Resonanzfrequenz abgestimmt, können aber in ihrer Schwingphase und auch Amplitude gegeneinander verstellt werden. Eine solche Verstellung erfolgt z.B. durch den Antrieb. Bei der in Fig. 9 verwendeten Blattausführung der Elemente 92, 96 und 97 eignen sich hierfür Piezoaktoren. Durch die gegenseitige Phasenlage untereinander kann der akustisch wirksame Förderstrom an der Öffnung 91 nach Richtung und Größe eingestellt werden. Der von der abstrahlenden Schalleistung abhängige Förderstrom wird über die Schwingamplituden des Pumpkolbens 92 eingestellt. Bei großen Dynamikschwankungen ist ein gewisser Förderüberschuß zweckmäßig. Anstelle des Schwingantriebes durch Piezoaktoren können Pumpkolben 92 und die

Ventile 96 und 97 in Drehausführung (siehe Fig. 11) gebaut und durch phasensteuerbare Motore angetrieben werden. Um wieder Monopolabstrahlung zu haben, ist ein Puffervolumen 95 vorgesehen. Man kann auf dieses verzichten, wenn die Schallöffnungen 91 und 91' auf zwei akustisch getrennte Räume wirken. Das ist z. B. dann der Fall, wenn der Schallgenerator 90 in eine Kanalwand eingebaut ist, und eine der Schallöffnungen 91 und 91' in den Kanal- und eine in den Außenraum mündet.

In Fig. 10 ist das Puffervolumen 105 einer Schallgenerators 100 als  $\lambda/2$ -Resonator ausgebildet. Durch den Schwingkolben 102 wird eine stehende Welle erzeugt. Die Eigenresonanz des Schwingventils 106 ist auf die  $\lambda/2$ -Resonanz abgestimmt. Durch die Phasenlage und die Amplituden von Schwingkolben 102 und Schwingventil 106 läßt sich wieder der Volumenfluß an der Öffnung 101 nach Richtung und Betrag steuern.

In Fig. 11 bestehen in den Voluminas 115 und 115' angetrieben durch den Schwingkolben 112 zwei stehende  $\lambda/2$ -Wellen, die in ihrer Phasenlage um  $180^\circ$  versetzt sind. An den Öffnungen 111 und 111' liegt deshalb stets der entgegengesetzte Schalldruck an. Eine durch den Motor 117 angetriebene Ventilscheibe 116 mit einer Drehfrequenz gleich der Frequenz der  $\lambda/2$ -Schwingung besitzt Öffnungen und ist an der dazu radial gegenüberliegenden Seite geschlossen. Bei einer Phasenlage bei der im Überdruck Durchgang zu der Schallöffnung 111 besteht, wird Luft nach außen befördert; bei Phasenlage im Unterdruck erfolgt Ansaugung. In der Mittellage dagegen besteht kein resultierender Luftfluß der Öffnungen 111 und 111'. Auch hier läßt sich durch die Phasenlage und Amplitude der nutzschallerzeugende Luftstrom nach Richtung und Betrag steuern.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 12 ist das zweidimensionale Analogon zur eindimensionalen Ausführung nach Fig. 10. Auf das zweidimensionale Puffervolumen 125 wirken zwei orthogonale Schwingkolben 122 und 122' und regen  $\lambda/2$ -Schwingungen in horizontaler und vertikaler Richtung an. Zwei Schwingventile 126 und 126' sind auf die Frequenzen der Schwingkolben 122 und 122' abgestimmt. Durch deren Phasenlage kann wie auch im eindimensionalen Fall der schallerzeugende Luftstrom der Öffnungen 121 und 121' gesteuert werden.

Das Puffervolumen 135 in Fig. 13 speichert nicht nur Druck- sondern auch kinetische Energie. Dazu wird durch einen im wesentlichen konstant rotierenden Rotor 132 die Luft im Puffervolumens 135 in Rotation versetzt. Am Umfang des Puffervolumens ist eine Ventilklappe 136 angebracht. In der Stellung 136' wird Luft nach außen befördert und in der entgegengesetzten Stellung 136'' saugt die Rotationsbewegung nach dem Prinzip der Gasstrahlpumpe Luft von außen an. Dieses Prinzip läßt sich erweitern, indem ein zweites, in Ruhe befindliches Puffervolumen mit angeschlossen ist.

Fig. 14 zeigt einen Schallgenerator 140 in Zweipol-Ausführung, wie dies z.B. bei Stereowiedergabe oder auch bei der Realisierung eines akustischen Dipols zweckmäßig ist. Dazu sind zwei eigenständige Pumpen 142 und 142' mit den zugehörigen Lautsprecheröffnungen 141 und 141' vorgesehen. Jede Einheit kann nach einem der Ausführungsbeispiele der Fig. 1 bis 12 ausgelegt sein. Anstelle von individuellen Puffern ist hier nur ein gemeinsames Puffervolumen 145 vorgesehen; im Extremfall kann dieses zu einer Verbindungsrohre entarten. Bei mehrpoligen Lautsprecheranlagen kann auch ein gemeinsames Puffervolumen für alle Einzelpole vorteilhaft sein. Dasselbe gilt bei Array-Anordnung für eine gerichtete Schallabstrahlung. Stehende Wellen im Puffervolumen 145 werden durch Schallabsorber 149 gedämpft.

Bei den Ausführungen nach den Fig. 15 bis 17 handelt es sich um Mittel um die Takt- und auch die sonstigen Eigengeräusche der Pumpen und der Ventile auszuschalten. In Fig. 15 erfolgt destruktive Interferenzauslöschung, indem zwei Öffnungen 151 und 151' von um  $180^\circ$  im Takt verschobenen Pumpen und Ventile zusammengebracht sind. Eine solche Anordnung verwandelt einen Monopolstrahler in einen weniger effektiven Dipol. Eine Viereranordnung mit Quadrupoleigenschaft ergibt eine weitere Reduktion des Taktgeräusches. Der Nutzschaall ist davon nicht betroffen. In Fig. 16 ist der Öffnungskanal 161 mit schallabsorbierenden Faserstoffen 169 ausgefüllt. Der Störschaall der hochfrequent arbeitenden Pumpen und Ventile

wird sehr viel stärker gedämpft als der tieffrequentere Nutzschaall. Gleichzeitig kann mit den Faserstoffen 169 eine Staubfilterung vorgenommen werden. In Fig. 17 schließlich ist der Lautsprecherkanal 171 mit – hier – Helmholtz-Resonatoren 179 ausgelegt. Damit können gezielt, ohne Störung der Nutzschalles, die Taktfrequenz und deren Harmonische absorbiert oder gedämpft werden. Dadurch wird auch der akustisch nutzbare Volumenstrom des Lautsprecherkanals 171 geglättet.

In Fig 18 weist der Schallkanal 181 eine Querschnittserweiterung auf. Diese Erweiterung ist als aerodynamischer Diffusor ausgebildet und dient bei großen Förderströmen, d.h. bei großen Strömungsgeschwindigkeiten dazu, einen reversiblen Druckausgleich ohne verlustbehaftete Wirbelbildung zu gewährleisten. Mit –hier nicht eingezeichneten– Kanalunterteilungen kann auch bei kurzen Kanallängen eine anliegende, wirbelfreie Strömung aufrecht erhalten werden. Im allgemeinen Fall erfüllt die Auslegung des Schallkanals 181 als Diffusor nicht die Anforderungen eines akustischen Horns. Selbstverständlich kann aber ein Schalltrichter nachgeschaltet werden. – Schließlich ist der Schallkanal 181 mit einem Schutzgitter 189 gegen Verschmutzung und Störkontakt versehen.

## Schutzansprüche

- 1) Schallgenerator mit Pumpantrieb für die Antischall-, Signal-, Sprach- und Musikwiedergabe vom Infra- bis Ultraschallbereich, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
  - a) der Pumpantrieb (X2,X6) besteht aus einer Pumpe (X2) und einer Modulationseinrichtung (X6)
  - b) der Pumpantrieb (X2,X6) befindet sich zwischen einem Puffervolumen (X5), das von einem druckfesten Gehäuse umgeben ist, und einer Schallöffnung (X1) und fördert einen modulierten Fluidvolumenstrom durch eine Schallöffnung (X1), dessen Gleichstromanteil Null ist
  - c) der modulierte Fluidvolumenstrom bewirkt in dem Puffervolumen (X5) Druckänderungen und an der Schallöffnung (X1) akustische Monopolschallabstrahlung
  - d) der Pumpantrieb (X2,X6) besitzt eine Pumpfrequenz, die deutlich größer als die Nutzschallfrequenz ist
  - e) ein Sensor (X8) zeichnet physikalische Daten des Pumpantriebs (X2,X6), des Fluids im Puffervolumen (X5), den Fluidvolumenstrom oder den emittierten Schalldruck auf
  - f) der Pumpantrieb (X2,X6) besitzt eine Steuerung oder Regelung, die das Sensorsignal als Steuer- oder Regelgröße berücksichtigt.
- 2) Schallgenerator nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß eine aus der Fein-, Mikro- oder Nanotechnik bekannte Pumpe (X2) verwendet wird.
- 3) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-2 dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (X2) zu den Gattungen Kolben-, Membran-, Umlaufkolben- oder Flagella-Pumpe oder Ventilator, Verdichter, Gebläse, Turbine oder einer anderen dem Stand der Technik zuordbaren Gattung gehört.
- 4) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-2 dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (122) aus einer flexiblen, aktiv auslenkbaren Wand im Puffervolumen (125) besteht.
- 5) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-2 dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (X2) Volumenverdrängung und Druckaufbau durch drehende oder schwingende Teile oder durch die bekannten mechanischen Wellenleiter erzeugt.
- 6) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-5 dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (X2) eine feste Förderrichtung besitzt.
- 7) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-5 dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (X2) einen Saug- und Druckbetrieb realisiert.
- 8) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-7 dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (52) einen analogen Fluidvolumenstrom fördert.
- 9) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-7 dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (X2) einen digitalen Fluidvolumenstrom fördert, d.h. der Fluidvolumenstrom besteht aus diskreten Fluidvolumeneinheiten.
- 10) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-9 dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb der Pumpe (X2) und/oder Modulationseinrichtung (X6) über Elektromotoren, Piezoelemente, mechanische, hydraulische oder pneumatische Antriebe erfolgt.
- 11) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-10 dadurch gekennzeichnet, daß der Schallgenerator bzw. der Antrieb desselben durch das Fluid selbst gekühlt wird.
- 12) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-11 dadurch gekennzeichnet, daß der Schallgenerator bzw. der Antrieb desselben durch thermische Abstrahlung gekühlt wird.
- 13) Schallgenerator nach Anspruch 1-12 dadurch gekennzeichnet, daß das Puffervolumen (X5) ein Kanal oder Ringkanal ist oder aus einem spiral-, scheiben-, kasten- oder kugelförmigen Hohlraum besteht.
- 14) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-13 dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Puffervolumina (X5) verbunden sind, die akustisch oder durch bewegliche Trennwände oder schwingende Bauteile (112) schwingungstechnisch gekoppelt sind.
- 15) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-14 dadurch gekennzeichnet, daß stehende Wellen im Puffervolumen (X5) durch bekannte passive Absorber (149,149') und/oder aktive Schalldämpfungsmaßnahmen gedämpft werden oder zur Verstärkung der Pumpwirkung genutzt werden.
- 16) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-12 dadurch gekennzeichnet, daß der Schallgenerator kein Puffervolumen (X5) besitzt und die Schallöffnungen (91, 91') auf zwei akustisch getrennte Räume wirken.

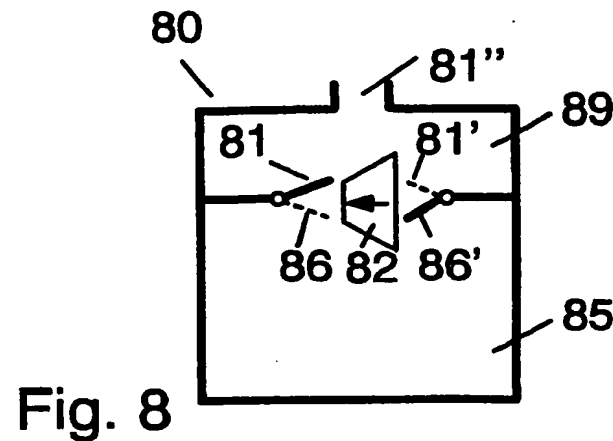
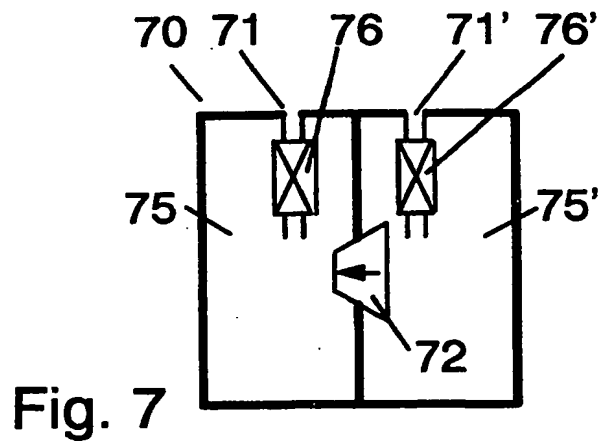
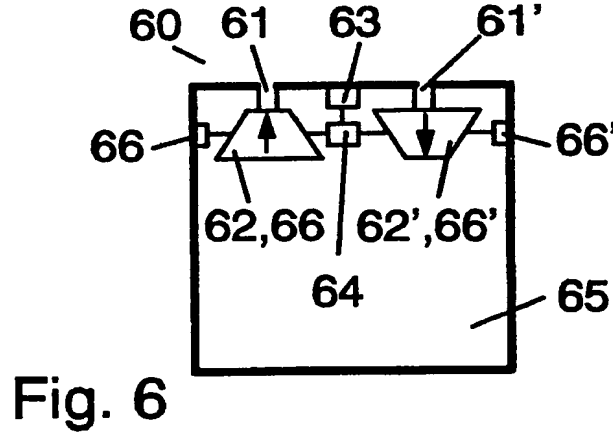
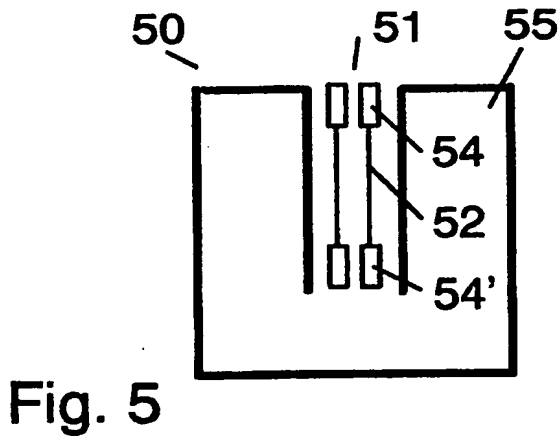
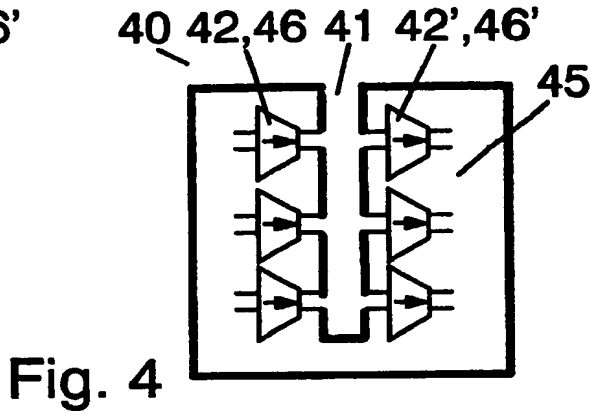
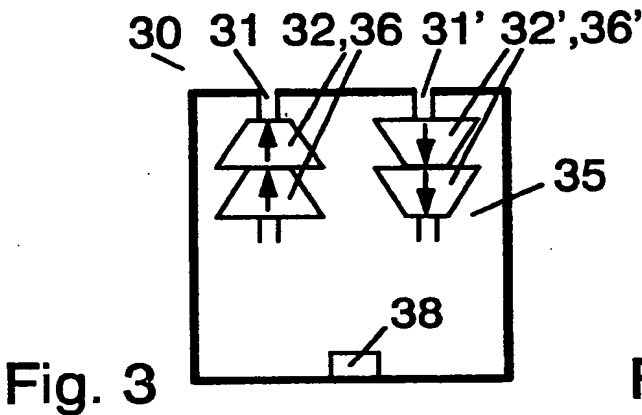
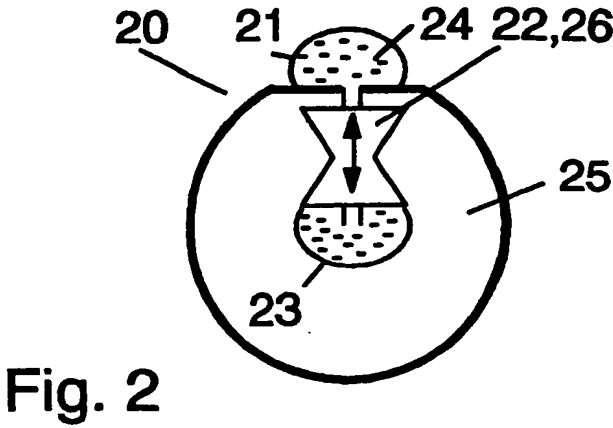
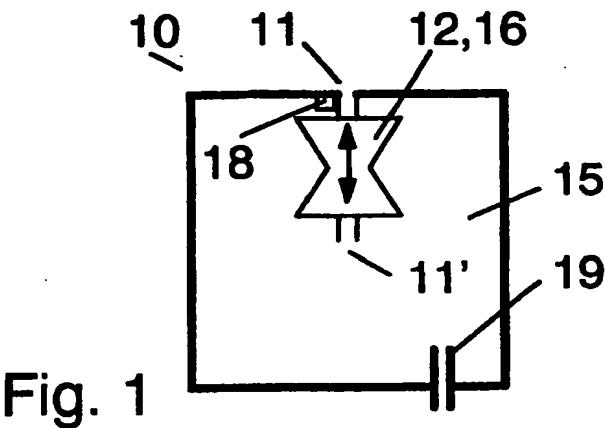
- 17) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-15 dadurch gekennzeichnet, daß in dem Puffervolumen (X5) außer über den Druck des Fluids Energie durch eine Fluidströmung oder durch reaktive Auslenkung von Bauteilen zwischengespeichert wird.
- 18) Schallgenerator nach Anspruch 1-17 dadurch gekennzeichnet, daß der Schallgenerator mehrere Schallöffnungen (X1) besitzt.
- 19) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-18 dadurch gekennzeichnet, daß die Schallöffnung (X1) und/oder andere Öffnungen des Schallgenerators durch Membrane (23) abgedichtet sind.
- 20) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-19 dadurch gekennzeichnet, daß die Schallöffnung (X1) als aerodynamischer Diffusor (181) ausgeführt ist.
- 21) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-20 dadurch gekennzeichnet, daß an der Schallöffnung (X1) ein akustisches Horn angebracht ist.
- 22) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-21 dadurch gekennzeichnet, daß zur Dämpfung der Taktgeräusche oder anderer Eigengeräusche des Pumpantriebs (X2,X6) aktive oder passive Schall- oder Schwingungsdämpfer (169) oder Resonatoren (179) eingesetzt werden oder eine destruktive Interferenzauslöschung genutzt wird, die durch Dipol- oder Quadrupolanordnung mehrerer Pumpen (X2) erreicht wird.
- 23) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-22 dadurch gekennzeichnet, daß sich vor oder hinter oder neben der Schallöffnung (X1) reaktive Elemente, Helmholtz-Resonatoren (179),  $\lambda/4$ -Resonatoren und/oder ein akustisches Netzwerk (81',89) zur Schallverstärkung oder -filterung befinden.
- 24) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-23 dadurch gekennzeichnet, daß die Schallöffnung (X1) ein Gitter und/oder Gewebe (189) als Staub- und/oder Berührungsschutz besitzt.
- 25) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-24 dadurch gekennzeichnet, daß die Modulationseinrichtung (X6) aus mindestens einem Ventil oder einer anderen bekannten Vorrichtung zur Fluidmodulation besteht, die in der Pumpe (X2) integriert oder separat ist.
- 26) Schallgenerator nach Anspruche 1-25 dadurch gekennzeichnet, daß der Schallgenerator mehrere Pumpen (X2) oder Pumpantriebe (X2,X6) gleicher oder unterschiedlicher Größe, Art, Pumpfrequenz und -hub besitzt.
- 27) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-26 dadurch gekennzeichnet, daß der Fluidvolumenstrom über die Variation der Pumpfrequenz, einen veränderlichen Pumphub, über das Zu- und Abschalten einzelner Pumpen oder Kanäle, das Takt-, Amplituden- oder Phasenverhältnis zwischen der Modulationseinrichtung (X6) und der Pumpe (X2) oder mehrerer Pumpen (X2), über stehende Wellen in dem Puffervolumen (X5) oder über einen Sirenenmechanismus (116,117) oder Kombinationen derselben moduliert wird.
- 28) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-27 dadurch gekennzeichnet, daß ein Ventil (106, 136) oder mehrere Ventile (96,97) den Fluidvolumenstrom durch Amplituden-, Frequenz- und/oder Phasensteuerung modulieren und/oder mehrere Ventile den Fluidvolumenstrom durch Öffnen und Schliessen einzelner Ventile (76,76', 126,126') modulieren.
- 29) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-6,8-12,15,17-25 oder 27-28 dadurch gekennzeichnet, daß das Puffervolumen (75,75') aus einem Überdruckvolumen (75) und ein Unterdruckvolumen (75') besteht und eine Pumpe (72) mit fester Förderrichtung Fluid aus dem Unterdruckvolumen (75') in das Überdruckvolumen (75) pumpt, und über die Schallöffnung (71) mit Modulationseinrichtung (76) ein Fluidvolumenstrom in den Aussenraum abgegeben wird und über die Schallöffnung (71') mit Modulationseinrichtung (76') ein Fluidvolumenstrom angesaugt wird.
- 30) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-6,8-13,15 oder 18-28 dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Pumpe (82) mit einer Förderrichtung der Fluidvolumenstrom durch zwei Ventile (86,86') vor und hinter der Pumpe (82) oder durch Strömungsumlenkung jeweils nach außen oder ins Puffervolumen (85) geleitet wird.
- 31) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-26 oder 28-31 dadurch gekennzeichnet, daß eine passive Modulation erfolgt, indem die Pumpe (X2) oder die Modulationseinrichtung (X6) oder das Fluid im Puffervolumen (X5) oder in der Schallaustrittsöffnung (X1) Eigenschwingungen ausführen.
- 32) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-30 dadurch gekennzeichnet, daß die frequenzabhängige Arbeitsweise des Schallgenerators und/oder Verluste oder Nichtlinearitäten bei der Verdichtung des Fluids durch die Steuerung berücksichtigt werden.

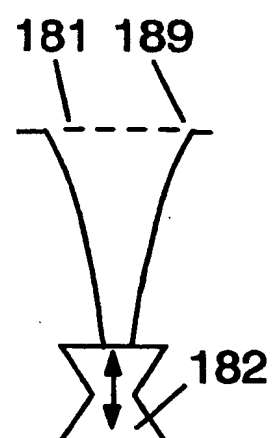
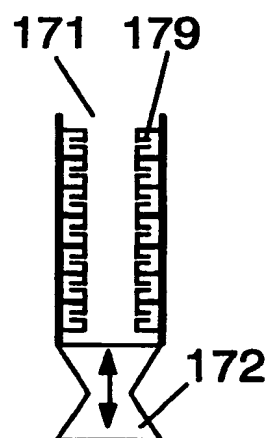
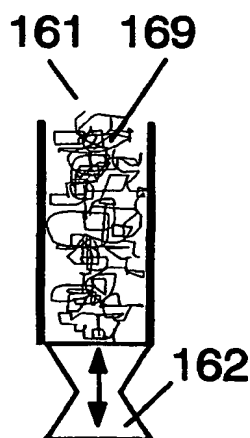
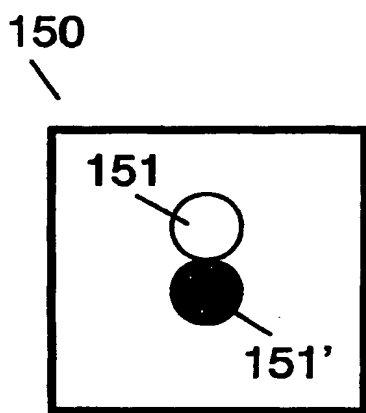
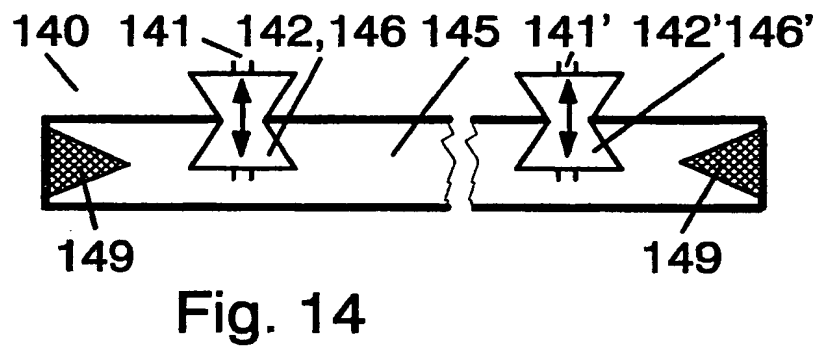
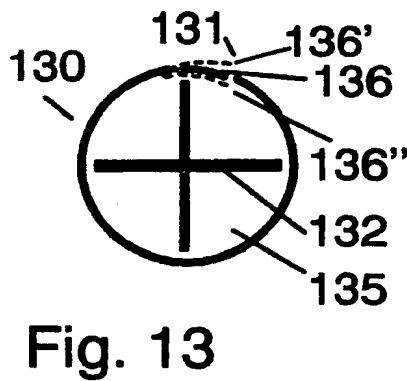
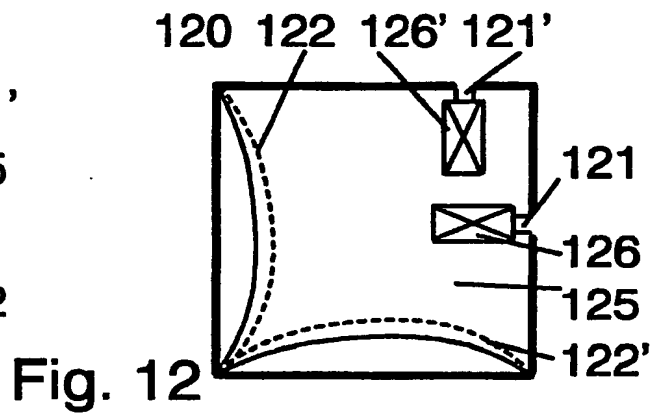
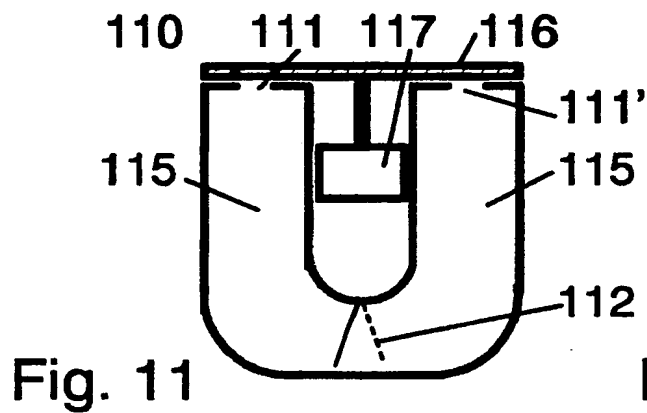
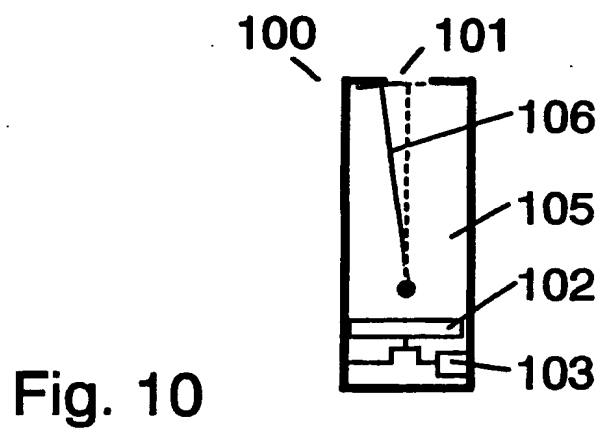
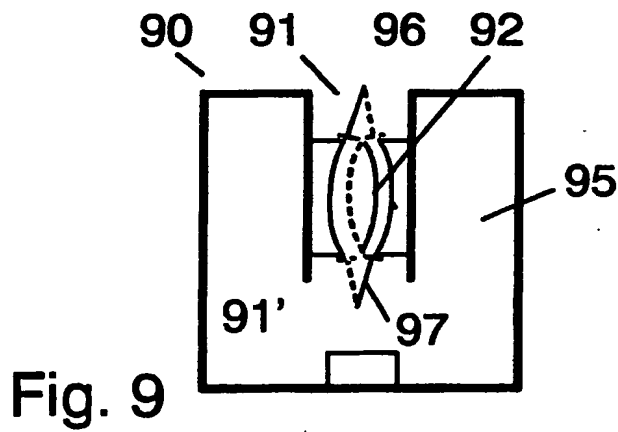
- 33) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-26 oder 28-32 dadurch gekennzeichnet, daß zwei Pumpen (X2) hochfrequent und mit nahezu der gleichen Frequenz arbeiten und dadurch tieffrequente Nutzschaallabstrahlung durch Erzeugung einer Schwebung generieren.
- 34) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-26, 28-30 oder 32-33, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder mehrere Pumpen (32, 36, 32', 36'; 62, 66, 62', 66') mit gleicher oder entgegengesetzter Förderrichtung elektrisch oder mechanisch gekoppelt werden, um durch Beeinflussung der Kopplung eine Modulation des Fluidvolumenstromes zu erreichen.
- 35) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-30 oder 32-34 dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (X8) sich direkt an oder innerhalb der Schallaustrittsöffnung (X1) oder in dem Pumpentrieb (X2, X6) oder im Puffervolumen X5 befindet und Druck, Temperatur, den Fluidvolumenstrom, die Geschwindigkeit oder Beschleunigung des Fluidvolumenstromes oder Bewegungen des Pumpentriebs (X2, X6) aufzeichnet.
- 36) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-29, 31 oder 33 dadurch gekennzeichnet, daß kein Sensor (X8) eingebaut ist, wenn das akustische Verhalten des Pumpentriebs (X2, X6) bekannt ist und/oder keine große Anforderung an die Klangtreue des Schallgenerators gestellt wird.
- 37) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-36 dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Pumpen (32, 36) oder Pumpen (32) in Reihe geschaltet sind
- 38) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-36 dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpen (42, 46) oder die Pumpen (42) parallel (42) geschaltet sind
- 39) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-38 dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Schallaufnahmen (X1) oder mehrere Schallgeneratoren ein-, zwei-, oder dreidimensionale akustische Arrays oder eine End-Fired-Line oder eine Zweipolanordnung bilden, wobei durch Amplituden-, Frequenz- oder Phaseneinstellung oder Kombinationen derselben eine beliebige Richtcharakteristik eingestellt wird.
- 40) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-39 dadurch gekennzeichnet, daß der Schallgenerator innerhalb eines Rohres, um ein Rohr oder an einem Rohr positioniert ist, wobei die Schallaufnahme durch die Schallaustrittsöffnungen (X1) in das Rohr erfolgt.
- 41) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-15 oder 17-40 dadurch gekennzeichnet, daß zum Ausgleich von Luftdruckschwankungen und/oder Driftfehlern das Puffervolumen (X5) eine zusätzliche Öffnung (19) mit einem hohen Strömungswiderstand besitzt.
- 42) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-39 oder 41 dadurch gekennzeichnet, daß der Schallgenerator in Kleingeräten wie Uhren, Handys, Fernsteuerungen, Stiften, Brillen, Schmuck, Checkkarten, Tastaturen, Bildschirmen, Schlüsselanhängern, Spielzeug, Haushaltsgeräten, Hörgeräten integriert ist.
- 43) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-15 oder 17-42 dadurch gekennzeichnet, daß der Schallgenerator nicht genutzte Totvolumina als Puffervolumen (X5) nutzt.
- 44) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-43 dadurch gekennzeichnet, daß der Schallgenerator in bestehende Lautsprechersysteme integriert ist oder diese ergänzt.
- 45) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-44 dadurch gekennzeichnet, daß der Schallgenerator auf beweglichen oder schwingenden Bauteilen befestigt ist.
- 46) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-45 dadurch gekennzeichnet, daß der Schallgenerator nach den Regeln der Antischalltechnik zur destruktiven Interferenzauslöschung eingesetzt wird.
- 47) Schallgenerator nach einem der Ansprüche 1-45 dadurch gekennzeichnet, daß der modulierte Fluidvolumenstrom durch Impulsübertragung an die Umgebung eine Dipolabstrahlung bewirkt.



**Änderung der Figuren**

- 1. Fig. 9 : Strich von 91 zur Schallöffnung
- 2. Fig. 10: Strich von 101 zur Schallöffnung
- 3. Fig. 13: Puffervolumen Nummer 132 (falsch) in 135 (richtig) geändert
- 3. Fig. 13: Schallöffnung mit Nummer 131 und Strich gekennzeichnet





## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

BSCHORR, Oskar  
Keplerstrasse 11  
D-81679 München  
ALLEMAGNEDate of mailing (day/month/year)  
28 December 2000 (28.12.00)Applicant's or agent's file reference  
Pumpantrieb

## IMPORTANT NOTIFICATION

International application No.  
PCT/DE00/00252International filing date (day/month/year)  
28 January 2000 (28.01.00)

## 1. The following indications appeared on record concerning:

☒ the applicant ☒ the inventor ☐ the agent ☐ the common representative

## Name and Address

RAIDA, Hans-Jochen  
Auf dem Heidenfeld 20  
D-50735 Köln  
Germany

## State of Nationality

DE

## State of Residence

DE

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

## 2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

☐ the person ☒ the name ☒ the address ☐ the nationality ☐ the residence

## Name and Address

RAIDA, Hans-Joachim  
Auf dem Heidenberg 20  
D-50735 Köln  
Germany

## State of Nationality

DE

## State of Residence

DE

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

## 3. Further observations, if necessary:

## 4. A copy of this notification has been sent to:

☒ the receiving Office ☐ the designated Offices concerned  
☐ the International Searching Authority ☒ the elected Offices concerned  
☒ the International Preliminary Examining Authority ☐ other:The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

Margret Fourné-Godbersen

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

BSCHORR, Oskar  
Keplerstrasse 11  
D-81679 München  
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year)

28 December 2000 (28.12.00)

Applicant's or agent's file reference

Pumpantrieb

## IMPORTANT NOTIFICATION

International application No.

PCT/DE00/00252

International filing date (day/month/year)

28 January 2000 (28.01.00)

1. The following indications appeared on record concerning:

☒ the applicant ☒ the inventor ☐ the agent ☐ the common representative

Name and Address

RAIDA, Hans-Jochen  
Auf dem Heidenfeld 20  
D-50735 Köln  
Germany

State of Nationality

DE

State of Residence

DE

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

☐ the person ☒ the name ☒ the address ☐ the nationality ☐ the residence

Name and Address

RAIDA, Hans-Joachim  
Auf dem Heidenberg 20  
D-50735 Köln  
Germany

State of Nationality

DE

State of Residence

DE

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

3. Further observations, if necessary:

4. A copy of this notification has been sent to:

☒ the receiving Office ☐ the designated Offices concerned  
☐ the International Searching Authority ☒ the elected Offices concerned  
☒ the International Preliminary Examining Authority ☐ other:The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Margret Fourné-Godbersen

Telephone No.: (41-22) 338.83.38